



⑯ BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑯ Offenlegungsschrift
⑯ DE 199 50 760 A 1

⑯ Int. Cl. 7:
F 02 M 51/06

⑯ Aktenzeichen: 199 50 760.0
⑯ Anmeldetag: 21. 10. 1999
⑯ Offenlegungstag: 26. 4. 2001

DE 199 50 760 A 1

⑯ Anmelder:

Robert Bosch GmbH, 70469 Stuttgart, DE

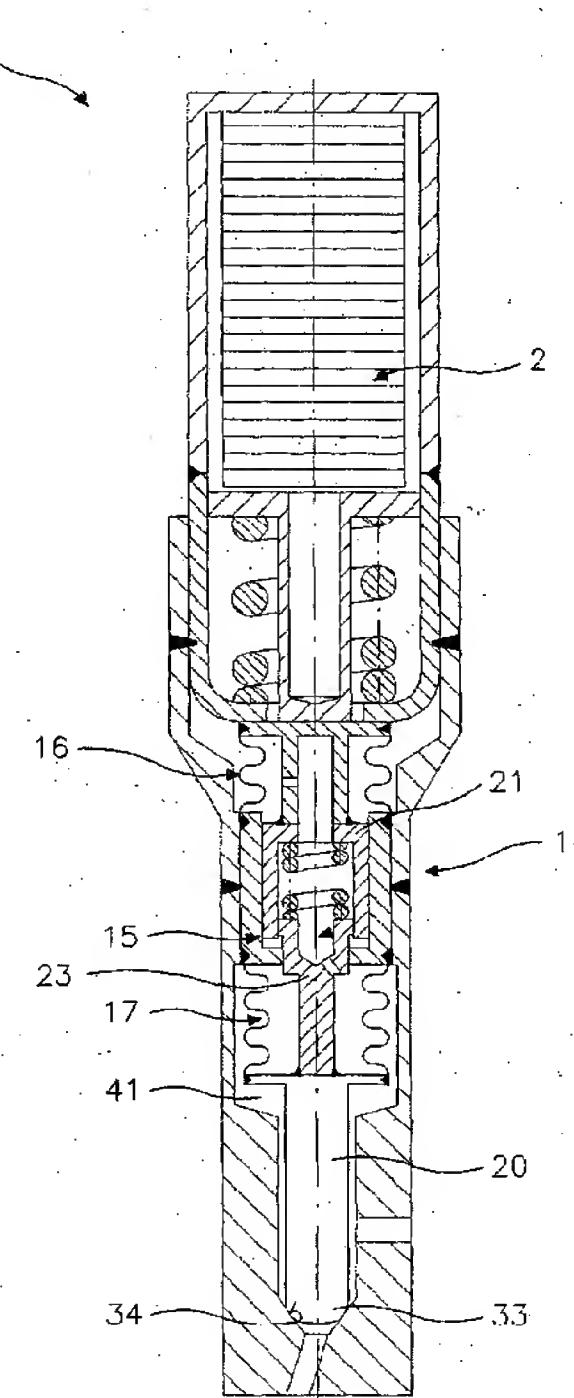
⑯ Erfinder:

Ruehle, Wolfgang, 71254 Ditzingen, DE; Stier, Hubert, 71679 Asperg, DE; Boee, Matthias, 71640 Ludwigsburg, DE; Hohl, Guenther, 70569 Stuttgart, DE; Keim, Norbert, 74369 Löchgau, DE

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

⑯ Brennstoffeinspritzventil

⑯ Ein Brennstoffeinspritzventil (1), insbesondere ein Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, umfaßt einen piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (2), einen von dem Aktor (2) mittels einer Ventilnadel (20) betätigbaren Ventilschließkörper (33), der mit einer Ventilsitzfläche (34) zu einem Dichtsitz zusammenwirkt, und eine hydraulische Hubeinrichtung (14) mit zwei gegeneinander beweglichen Hubkolben (21, 23). Die Hubeinrichtung (14) ist eine hermetisch gegenüber einem Ventilinnenraum (41) abgeschlossene Baueinheit und weist ein Gehäuse (15) mit mindestens einem in axialer Richtung flexiblen Abschnitt (16, 17) auf.



DE 199 50 760 A 1

Beschreibung

Stand der Technik

Die Erfindung geht aus von einem Brennstoffeinspritzventil nach der Gattung des Hauptanspruchs.

Ein Brennstoffeinspritzventil nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 ist aus der DE 195 00 706 A1 bekannt.

Die in der DE 195 00 706 A1 beschriebene Einrichtung zum Dosieren von Flüssigkeiten und Gasen, insbesondere in Brennstoffeinspritzventilen in Brennkraftmaschinen, besitzt einen hydraulischen Wegverstärker zur Umsetzung des Stellwegs eines piezoelektrischen Aktors in einen vergrößerten Hub einer Ventilnadel. Zur bauvolumenkleinen räumlichen Integration des Wegverstärkers in das Ventilgehäuse ist der Hubkolben des Wegverstärkers mit einem im Durchmesser reduzierten Endabschnitt versehen, der in eine Ausnehmung im Arbeitskolben des Wegverstärkers hineinragt. Eine in der von den Kolben begrenzten Verstärkerkammer einliegende Tellerfeder legt den Arbeitskolben an den Aktor an, und eine in der Ausnehmung konzentrisch zum Endabschnitt angeordnete Schraubendruckfeder drückt den Hubkolben gegen die Ventilnadel.

Einflüsse von Temperaturänderungen, Verschleiß und Fertigungstoleranzen auf den Stellweg des Aktors werden dadurch kompensiert, daß an den Führungsflächen der Verstärkerkolben zwischen den Verstärkerkolben und zwischen den Verstärkerkolben und der Innenwand des Ventilgehäuses jeweils ein flüssigkeitsgefüllter hohlzylindrischer Drosselspalt vorgesehen ist, über welche die Verstärkerkammer mit einem flüssigkeitsgefüllten Niederdruckraum in Verbindung steht. Das von der Verstärkerkammer, den Drosselspalten und dem Niederdruckraum vorgegebene Volumen ist abgeschlossen.

Nachteilig an der aus der DE 195 00 706 A1 bekannten Hubeinrichtung ist vor allem die aufwendige Konstruktion und die Baulänge des Ventils. Durch die großen Verdrängungsvolumina herrscht zudem eine hohe Kavitationsneigung in den Drosselspalten.

Aus der DE 197 02 066 C2 ist ein Brennstoffeinspritzventil bekannt, bei welchem die Längenveränderung des Aktors durch eine entsprechende Werkstoffkombination kompensiert wird. Das aus dieser Druckschrift hervorgehende Brennstoffeinspritzventil weist einen Aktor auf, welcher unter Federvorspannung im Ventilgehäuse geführt ist und mit einem aus einem Betätigungskörper und einem Kopfteil bestehenden Betätigungsteil zusammenwirkt, wobei das Kopfteil auf dem Piezoaktor aufliegt und der Betätigungskörper eine innere Ausnehmung des Aktors durchgreift. Der Betätigungskörper steht mit einer Ventilnadel in Wirkverbindung. Bei einer Betätigung des Aktors wird die Ventilnadel entgegen der Abspritzrichtung betätigt.

Der Aktor und der Betätigungskörper weisen zumindest annähernd die gleiche Länge auf und sind in Keramikmaterial bzw. in einem in Bezug auf die Wärmeausdehnung keramikähnlichen Material ausgeführt. Durch die gleichen Längen und Wärmeausdehnungskoeffizienten der verwendeten Materialien, z. B. INVAR, wird erreicht, daß sich der Aktor und der Betätigungskörper durch Wärmeinwirkung gleichmäßig ausdehnen.

Nachteilig an dieser Anordnung ist vor allem die eingeschränkte Verwendbarkeit in Systemen, welche großen Temperaturschwankungen unterworfen sind. Die aus der DE 197 02 066 C2 bekannte Anordnung wird bedingt durch das nichtlineare Verhalten des Temperaturausdehnungskoeffizienten von Piezokeramiken über den Temperaturverlauf der Aufgabenstellung nicht gerecht. Von Nachteil ist auch, der hohe Fertigungsaufwand, welcher mit relativ hohen Ko-

sten verbunden ist, die insbesondere durch die Wahl der Werkstoffe (z. B. INVAR) bedingt sind.

Vorteile der Erfindung

Das erfindungsgemäße Brennstoffeinspritzventil mit den kennzeichnenden Merkmalen des Hauptanspruchs hat demgegenüber den Vorteil, daß die Temperaturkompensation unabhängig vom Wärmeausdehnungskoeffizienten der Piezokeramik ist. Die Wärmeausdehnung wird über eine hermetisch geschlossene Hubeinrichtung kompensiert. Dadurch wird eine sichere und präzise Arbeitsweise des Brennstoffeinspritzventils gewährleistet. Die Hubeinrichtung kann, gegebenenfalls in einer Einheit mit der Ventilnadel, als eigenständige Baueinheit vorgefertigt und vor dem Einsetzen in das Brennstoffeinspritzventil mit einem geeigneten Hydraulikmedium gefüllt werden.

Durch die hermetische Abdichtung der Hubeinrichtung werden Leckverluste und ein Einfüllen des Brennstoffes in die Hubeinrichtung vermieden.

Durch die in den Unteransprüchen aufgeführten Maßnahmen sind vorteilhafte Weiterentwicklungen des im Hauptanspruch angegebenen Brennstoffeinspritzventils möglich.

Die Ausführung der flexiblen Abschnitte aus Wellrohren ist einfach herzustellen und damit kostengünstig. Die Wellrohre sind ferner für die Ausgleichsvolumina günstig, da eine temperaturbedingte Ausdehnung des Hydraulikmediums durch die Flexibilität der Wellrohre ausgeglichen wird.

Die Führung der Hubkolben ineinander bzw. im ortsfesten Abschnitt des Gehäuses der Hubeinrichtung ohne Überstände sorgt für eine geringe Neigung zum Verkanten und damit für störungsfreien Betrieb auch bei hohen Betätigungs geschwindigkeiten.

Durch die im Vergleich zu dem Leckspalt groß dimensionierten Bohrungen in den Hubkolben zum Ausgleich des Hydraulikmediums besteht wenig Kavitationsneigung durch Strömungen und Verwirbelungen.

Zeichnung

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung vereinfacht dargestellt und in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert.

Es zeigt:

Fig. 1 einen axialen Schnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils.

Beschreibung des Ausführungsbeispiels

Fig. 1 zeigt in einer axialen Schnittdarstellung ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Brennstoffeinspritzventils 1. Es handelt sich hierbei um ein nach innen öffnendes Brennstoffeinspritzventil 1. Das Brennstoffeinspritzventil 1 dient insbesondere zum direkten Einspritzen von Brennstoff in den Brennraum einer gemischverdichten den, fremdgezündeten Brennkraftmaschine.

Ein Aktor 2, der vorzugsweise aus scheibenförmigen piezoelektrischen oder magnetostriktiven Elementen 3 aufgebaut ist, ist in einem zwcitelig ausgeführten Aktorgehäuse 4 angeordnet. Der Aktor 2 ist an einer ersten Stirnseite 5 von einem ein Deckelteil aufweisenden, ersten Aktorgehäuseteil 4a hülsenförmig umgeben und liegt mit einer zweiten Stirnseite 6 an einem Aktorflansch 7 an. Eine Vorspannfeder 8 liegt mit einem ersten Ende 9 an dem Aktorflansch 7 an und ist von einem zweiten Aktorgehäuseteil 4b hülsenförmig umgeben, an welchem sich das zweite Ende 10 der Vorspannfeder 8 abstützt. Die beiden Aktorgehäuseteile 4a und 4b sind z. B. miteinander verschweißt. Das zweite Aktor-

häuseteil **4b** ist mit einem Ventilgehäuse **13** fest verbunden, z. B. verschweißt. Der Aktorflansch **7** setzt sich in einem Aktorkolben **11** fort, der von der Vorspannfeder **8** umgeben ist.

Im zweiten Aktorgehäuseteil **4b** ist eine Ausnehmung **12** vorgesehen, durch welche der Aktorkolben **11** hindurchragt. Der Aktorkolben **11** und das zweite Aktorgehäuseteil **4b** liegen an einer gegenüber einem Ventilinnenraum **41** hermetisch abgeschlossenen Hubeinrichtung **14** an, welche mit einem Hydraulikmedium gefüllt ist. Ein Gehäuse **15** der Hubeinrichtung **14** besteht aus einem ortsfesten Abschnitt **42**, der zwischen einem ersten flexiblen Abschnitt **16** und einem zweiten flexiblen Abschnitt **17** angeordnet ist. Der ortsfeste Abschnitt **42** ist vorzugsweise über eine Schweißnaht **18** am Ventilgehäuse **13** fixiert.

Der erste flexible Abschnitt **16** umgibt einen ersten Hubkolben **21** und ist als ein erstes Wellrohr **22** ausgebildet. Das erste Wellrohr **22** ist abspritzseitig mit dem ortsfesten Abschnitt **42** und an seinem anderen Ende mit dem ersten Hubkolben **21** verschweißt. Der zweite flexible Abschnitt **17** umgibt einen zweiten Hubkolben **23**, ist als ein zweites Wellrohr **24** ausgebildet und mit einem Flansch **19** einer Ventilnadel **20** verschweißt. Das zweite Wellrohr **24** ist ebenfalls mit dem ortsfesten Abschnitt **42** verschweißt.

Der erste Hubkolben **21** ist im vorliegenden Ausführungsbeispiel zweiteilig ausgeführt und besteht aus einem Zwischenstück **25**, welches am Aktorkolben **11** anliegt und mit dem ersten Wellrohr **22** in Verbindung steht, und einem rohrförmigen Kolben **26**, der in dem ebenfalls rohrförmigen ortsfesten Abschnitt **42** geführt ist.

Der zweite Hubkolben **23** durchgreift eine Ausnehmung **27** im abspritzseitigen Ende des ortsfesten Abschnitts **42** und ist in dem Kolben **26** geführt. Der zweite Hubkolben **23** ist mit dem zu dem Flansch **19** verbreiterten Ende der Ventilnadel **20** verbunden. An dem Flansch **19** ist im Ausführungsbeispiel das zweite Wellrohr **24** angebracht. Die Hubkolben **21** und **23** sind gegenläufig beweglich und werden durch eine Schließfeder **28** innerhalb des Kolbens **26** auseinandergedrückt, wodurch das Brennstoffeinspritzventil **1** geschlossen bleibt.

Das erste Wellrohr **22** umschließt einen ersten Ausgleichsraum **29**; das zweite Wellrohr **24** umschließt einen zweiten Ausgleichsraum **30**. Die Ausgleichsräume **29** und **30** sind über eine Bohrung **31a** im Zwischenstück **25** und eine Bohrung **31b** im zweiten Hubkolben **23** und über eine zentrale Ausnehmung **32** miteinander verbunden. Das Hydraulikmedium kann sich somit frei in der Hubeinrichtung **14** ausgleichen.

Der erste Hubkolben **21**, der zweite Hubkolben **23** und der ortsfeste Abschnitt **42** des Gehäuses **15** umschließen ein ringförmiges Übertragungsvolumen **39**, welches mit dem Hydraulikmedium gefüllt ist. Es dient der Impulsübertragung vom Aktor **2** auf die Ventilnadel **20**, der Hubübersetzung eines kleinen Aktorhubs auf einen größeren Ventilnadelhub und der Kompensation von temperaturbedingten Ausdehnungsprozessen des Aktors **2** und der Hubeinrichtung **14**. Ein Leckspalt **40** von definierter Größe, der zwischen dem Gehäuse **15** und dem Kolben **26** ausgebildet ist, ermöglicht das Ausströmen von Hydraulikmedium aus dem Übertragungsvolumen **39** in die Ausgleichsräume **29** und **30** bei langsamem, temperaturbedingten Bewegungen der Hubkolben **21** und **23**.

An der Ventilnadel **20** ist ein Ventilschließkörper **33** ausgebildet, der mit einer Ventilsitzfläche **34** zu einem Dichtsitz zusammenwirkt. In einem Ventilsitzkörper **35**, der hier einzig mit dem Ventilgehäuse **13** ausgeführt ist, ist, mindestens eine Abspritzöffnung **36** ausgebildet. Der Brennstoff wird über eine seitlich im Ventilgehäuse **13** ausgebildete

Brennstoffzufuhr **37** zugeleitet und über einen Zwischenraum **38** zwischen der Ventilnadel **20** und dem Ventilgehäuse **13** zum Dichtsitz geführt.

Wird dem piezoelektrischen Aktor **2** über ein nicht dargestelltes, elektronisches Steuergerät und einen Steckkontakt eine elektrische Erregungsspannung zugeführt, dehnen sich die scheibenförmigen piezoelektrischen Elemente **3** des Aktors **2** entgegen der Vorspannung der Vorspannfeder **8** aus und bewegen den Aktorflansch **7** zusammen mit dem Aktorkolben **11** in Abspritzrichtung. Der Hub wird über das Zwischenstück **25** und den Kolben **26** auf das Übertragungsvolumen **39** weitergegeben. Das Hydraulikmedium wird durch den in Abspritzrichtung bewegten Kolben **26** verdrängt und drückt den zweiten Hubkolben **23** entgegen der Federspannung der Schließfeder **28** in Richtung Aktor **2**. Dabei nimmt der zweite Hubkolben **23** die mit diesem verschweißte Ventilnadel **20** mit, wodurch der Ventilschließkörper **33** von der Ventilsitzfläche **34** abhebt und Brennstoff durch die Abspritzöffnung **36** im Ventilsitzkörper **35** abgespritzt wird.

Da der Schaltvorgang sehr schnell abläuft, hat das im Übertragungsvolumen **39** eingeschlossene Hydraulikmedium keine Möglichkeit, über den Leckspalt **40** auszuweichen und verhält sich daher inkompressibel; der Impuls wird übertragen.

Erwärmt sich das Brennstoffeinspritzventil **1** durch äußere Temperatureinflüsse, Verlustleistung oder Ladungsverschiebungen im Aktor **2**, läuft die Längenveränderung des Aktors **2** dagegen langsam ab. Bewegt sich der Kolben **26** im ortsfesten Gehäuse **15** langsam in Abspritzrichtung, wird Hydraulikmedium durch den Leckspalt **40** aus dem Übertragungsvolumen **39** verdrängt, und es wird kein Impuls auf den zweiten Hubkolben **23** übertragen. Dieser bleibt in Ruhelage und das Brennstoffeinspritzventil **1** verbleibt damit in geschlossener Stellung.

Die Erfindung ist nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt, sondern auch bei einer Vielzahl anderer Bauweisen von Brennstoffeinspritzventilen **1**, insbesondere bei nach außen öffnenden Brennstoffeinspritzventilen **1**, realisierbar.

Patentansprüche

1. Brennstoffeinspritzventil (**1**), insbesondere Einspritzventil für Brennstoffeinspritzanlagen von Brennkraftmaschinen, mit einem piezoelektrischen oder magnetostriktiven Aktor (**2**) und einem von dem Aktor (**2**) mittels einer Ventilnadel (**20**) betätigbaren Ventilschließkörper (**33**), der mit einer Ventilsitzfläche (**34**) zu einem Dichtsitz zusammenwirkt, und einer hydraulischen Hubeinrichtung (**14**) mit einem ersten Hubkolben (**21**) und einem zweiten Hubkolben (**23**), dadurch gekennzeichnet, daß die Hubeinrichtung (**14**) eine hermetisch gegenüber einem Ventilinnenraum (**41**) abgeschlossene Baueinheit ist und ein Gehäuse (**15**) der Hubeinrichtung (**14**) mindestens einen in axialer Richtung flexiblen Abschnitt (**16**, **17**) aufweist.

2. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet; daß das Gehäuse (**15**) der Hubeinrichtung (**14**) einen ortsfesten, mit einem Ventilgehäuse (**13**) verbundenen Abschnitt (**42**), einen ersten flexiblen Abschnitt (**16**) und einen zweiten flexiblen Abschnitt (**17**) aufweist, wobei der erste flexible Abschnitt (**16**) mit dem ortsfesten Abschnitt (**42**) und dem ersten Hubkolben (**21**) und der zweite flexible Abschnitt (**17**) mit dem ortsfesten Abschnitt (**42**) und dem zweiten Hubkolben (**23**) oder der von dem zweiten Hubkolben (**23**) betätigten Ventilnadel (**20**) fest verbunden ist.

3. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 2, dadurch

gekennzeichnet, daß der erste flexible Abschnitt (16) als ein erstes Wellenrohr (22) und der zweite flexible Abschnitt (17) als ein zweites Wellenrohr (24) ausgebildet sind.

4. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die zwei gegenüberliegenden Hubkolben (21, 23) der Hubeinrichtung (14) in dem Gehäuse (15) der Hubeinrichtung (14) gekapselt sind. 5

5. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Hubkolben (21) über einen Aktorkolben (11) mit dem Aktor (2) in Wirkverbindung steht. 10

6. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der zweite Hubkolben (23) mit einem Flansch (19) der Ventilnadel (20) in Wirkverbindung steht. 15

7. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen dem ersten Hubkolben (21) und dem zweiten Hubkolben (23) eine Schließfeder (28) eingespannt ist. 20

8. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß der erste Hubkolben (21), der zweite Hubkolben (23) und ein ortsfester Abschnitt (42) der Hubeinrichtung (14) ein Übertragungsvolumen (39) einschließen, das mit einem Hydraulikmedium gefüllt ist. 25

9. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß sich zwischen dem Gehäuse (15) der Hubeinrichtung (14) und dem ersten Hubkolben (21) und/oder dem zweiten Hubkolben (23) ein Leckspalt (40) befindet, der den Ausgleich des Hydraulikmediums ermöglicht. 30

10. Brennstoffeinspritzventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der erste flexible Abschnitt (16) und der erste Hubkolben (21) ein erstes Ausgleichsvolumen (29) und der zweite flexible Abschnitt (17) und der zweite Hubkolben (23) ein zweites Ausgleichsvolumen (30) einschließen. 35

11. Brennstoffeinspritzventil nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß das erste Ausgleichsvolumen (29) und das zweite Ausgleichsvolumen (30) über Bohrungen (31a, 31b) in den Hubkolben (21, 23) in Verbindung stehen. 40

- Leerseite -

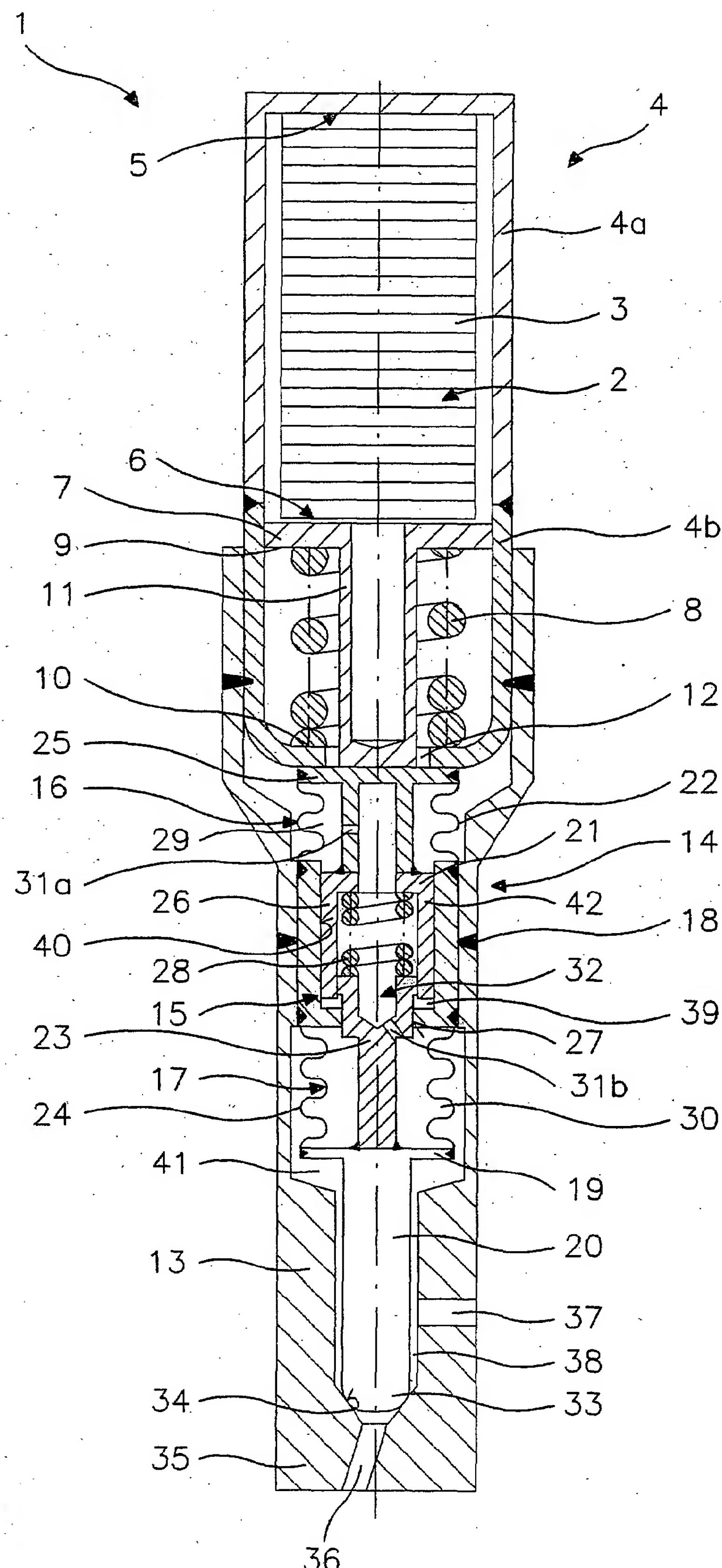


Fig. 1